

УДК 616.748:615.477-036.8

## Влияние силиконового ортеза на ходьбу больных при отвисающей стопе

И. О. Хмелевская, Л. К. Роман, Р. А. Бобошко, И. Л. Солнцева

Украинский научно-исследовательский институт протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности, Харьков

*The article contains results of biomechanical studies of support ability and stability of patients in the standing position, as well as spatial, temporary and kinetic characteristics of their walking with and without silicone orthoses. Biomechanical indices of statics, particularly support ability and stability in the standing position, as well as temporary and dynamic parameters of walking, revealed that use of modern silicone orthoses by patients with “drop foot” pathology improved functions of their locomotor system.*

*У роботі представлено результати біомеханічних досліджень опороспроможності та стійкості пацієнтів у положенні стоячи і просторові, тимчасові й кінетичні характеристики їх ходьби з використанням силиконових ортезів та без них. За біомеханічними показниками статички, зокрема, опороспроможності та стійкості під час стояння, часовими і динамічними параметрами ходьби, встановлено, що використання пацієнтами з патологією «відвисла стопа» сучасних силиконових ортезів поліпшує функції опорно-рухової системи.*

**Ключевые слова:** силиконовый ортез, отвисающая стопа, опороспособность

### Введение

Слабость мышц голени с нарушением функции стопы, так называемая отвисающая стопа, является одним из проявлений ряда неврологических заболеваний. Для пациентов с такой патологией характерны медленная ходьба с отсутствием переката в переднем и заднем отделе стопы, наличие эквинуса в фазе переноса и шлепанье стопы в период начального контакта.

Задачей ортезирования таких пациентов являются восстановление нормального характера ходьбы и снижение энергетических затрат при ней. Традиционно это решалось обеспечением пациента Г-образным бесшарнирным ортезом, изготовленным из жестких материалов (термопластичные листовые материалы, слоистые пластики, препреги) и представляющим собой полугильзу, охватывающую голень по задней поверхности и переходящую в листовую пружину, которая соединяется с подошвенной частью (рисунок, а). Такой ортез жестко фиксирует стопу в нормальном физиологическом положении, подталкивая ее снизу, ограничивая движение в голеностопном суставе и подошвенной час-

ти стопы. Альтернативой традиционному жесткому является ортез на голеностопный сустав и стопы из высокотемпературных силиконовых материалов. Это тотальноконтактный ортез, охватывающий голень и стопу, упрочненный по передней поверхности голени и тыльной поверхности стопы и поднимающий стопу сверху, что является физиологически



**Рисунок.** Бесшарнирные ортезы на голеностопный сустав и стопы: а) жесткий из препрега, б) тотальноконтактный силиконовый

Таблица 1. Характеристики обследованных пациентов

| Пациент | Диагноз  | Возраст, год | Рост, м | Вес, кг |
|---------|--|--------------|---------|---------|
| Ч.      | Посттравматическая нейропатия седалищного нерва, состояние после невролиза 08.2008, парез правой стопы<br>Травма — 06.2008<br>Ортезирование — 02.2009  | 43           | 1,65    | 61      |
| П.      | Последствия геморагического инсульта в бассейне правой средней мозговой артерии с парезом левой нижней конечности<br>Инсульт — 05.2007<br>Ортезирование — 02.2011  | 61           | 1,72    | 73      |
| П-й     | Последствия политравмы в виде сросшихся переломов костей таза, посттравматический левосторонний коксартроз III степени, посттравматическая нейропатия левого седалищного нерва на уровне верхней трети бедра, парез левой нижней конечности, плегия стопы с выраженным нарушением акта ходьбы<br>Травма — 09.2007<br>Ортезирование — 04.2009 | 40           | 1,85    | 105     |
| Г.      | Последствия перенесенной травмы в виде ампутированного дефекта левого бедра в верхней четверти, посттравматического неврита правого малоберцового нерва, нестабильность коленного сустава<br>Травма — 07.2006<br>Жесткий ортез — 05.2007<br>Силиконовый ортез — 01.2010  | 25           | 1,68    | 57      |

более естественным (рисунок, б). За счет тотального контакта ортез прочно удерживает стопу в функционально выгодном положении, а благодаря эластичным характеристикам силиконового материала сохраняется подвижность голеностопного и суставов стопы, обеспечивается адаптация к любой обуви [2, 3].

Целью данной работы была оценка влияния силиконового ортеза на голеностопный сустав и стопу, качество и рисунок ходьбы пациентов при отвисающей стопе.

## Материал и методы

На протяжении последних трех лет в УкрНИИ протезирования обеспечили силиконовыми ортезами на голеностопный сустав-стопу 20 пациентов. Среди них у 11 пациентов это был результат травмы, у 5 — последствия перенесенного инсульта и у 4 — врожденные дефекты нижних конечностей. Кроме того, у 2 пациентов патология «падающая стопа» на одной конечности сочеталась с ампутированным дефектом второй, а еще у 2 — с посттравматическим коксартрозом тазобедренного и коленного суставов этой же конечности.

В данной статье оценка возможности восстановления нормального характера ходьбы с помощью силиконового ортеза показана на примере 4 пациентов, характерных представителей каждой из перечисленных групп. Диагнозы и данные анамнеза приведены в табл. 1.

Пациенты Ч. и П. имеют одностороннюю патологию и нормально функционирующую вторую

конечность. Ранее ортезы не использовали. Пациент П. имеет сочетанную патологию: посттравматический левосторонний коксартроз тазобедренного сустава III степени и парез левой стопы. Он обеспечен жестким ортезом на тазобедренный сустав с корсетом и силиконовым ортезом на голеностопный сустав. Ортезирование первичное. Пациент Г. имеет двустороннюю патологию: дефект верхней трети левого бедра и парез правого малоберцового нерва. Он был обеспечен протезом бедра и силиконовым ортезом на правую конечность. До получения силиконового ортеза пациент Г. в течение 16 мес использовал жесткий бесшарнирный ортез из препрега. В процессе работы были проведены биомеханические исследования опороспособности и устойчивости при стоянии, пространственные, временные и кинетические характеристики ходьбы пациентов без ортезов и при использовании силиконовых. Исследования проводили с помощью аппаратно-программного базометрического комплекса, динамометрической тензодорожки и аппаратно-программного телеметрического комплекса, методик базометрии, стабилотрии, динамометрии и электроподографии [1].

## Результаты и их обсуждение

При сравнении данных исследования статики пациентов в ортезе на голеностопный сустав-стопу и без него (табл. 2) отмечено улучшение распределения нагрузки на пораженную и здоровую конечности при использовании ортеза, о чем свидетельствует уменьшение величины смещения общего центра

Таблица 2. Результаты базометрических исследований пациентов в ортезах и без них

| Пациент |  | Поврежденная конечность | Опора на конечность, % от общего веса |        | Коэффициент опорности | Смещение ОЦД во фронтальной плоскости, мм | Ротация центров давления, градусы | Колебание ОЦД, мм        |                          |
|---------|--|-------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|         |  |                         | левая                                 | правая |                       |   |                                   | во фронтальной плоскости | в сагиттальной плоскости |
| Ч.      | без ортеза<br>в ортезе                                 | правая                  | 55,0                                  | 45,0   | 0,82                  | 18  | 10,5                              | 2,3                      | 9,2                      |
|         |  |                         | 52,9                                  | 47,1   | 0,89                  | 8   | 9,1                               | 1,7                      | 4,7                      |
| П.      | без ортеза<br>в ортезе                                 | левая                   | 34,6                                  | 65,4   | 0,53                  | 36  | 11,9                              | 6,6                      | 12,3                     |
|         |  |                         | 39,3                                  | 60,7   | 0,65                  | 21  | 0,8                               | 5,3                      | 10,2                     |
| П-й     | без ортеза<br>в ортезе                                 | левая                   | 43,8                                  | 56,2   | 0,78                  | 9   | 4,2                               | 3,9                      | 7,6                      |
|         |  |                         | 43,9                                  | 56,1   | 0,78                  | 7   | 0,2                               | 3,4                      | 5,3                      |
| Г.      | без ортеза<br>в силиконовом ортезе<br>в жестком ортезе | правая                  | 41,3                                  | 58,7   | 0,70                  | 27  | 13,7                              | 7,8                      | 7,1                      |
|         |  |                         | 39,5                                  | 60,5   | 0,65                  | 21  | 14,8                              | 2,1                      | 2,7                      |
|         |  |                         | 48,3                                  | 51,7   | 0,93                  | 11  | 9,0                               | 2,8                      | 8,8                      |

давления (ОЦД) в сторону здоровой конечности. Так, у пациента Ч. этот показатель уменьшился с 18 до 8 мм, у П. — с 36 до 21 мм, у П-й — с 9 до 7 мм, а у Г. с 27 мм без ортеза до 21 мм в силиконовом ортезе и 11 мм в жестком. Это подтверждает, что пациенты в ортезе больше нагружают пораженную конечность, при этом увеличивается коэффициент опорности. Так, у пациентов с односторонним дефектом (Ч., П.) этот коэффициент увеличился на 8 % и 20 % соответственно. У больного с сочетанной деформацией конечности (П-й) он остался на прежнем уровне, а с двусторонним дефектом (Г.) произошло значительное перераспределение нагрузки на сохраненную конечность в силиконовом ортезе (39,5 % на протез и 60,5 % на сохраненную конечность, по сравнению с 41,3 % и 58,7 % соответственно без ортеза). Это объясняется тем, что тотальноконтактный ортез из упругоэластичного материала, плотно охватывая голеностопный сустав, обеспечивает его устойчивость при сохранении подвижности, создавая у пациента чувство уверенности, и, следовательно, стремление к большей разгрузке ампутированной конечности. При использовании этим пациентом жесткого ортеза наблюдали равномерное распределение нагрузок на протез и конечность в ортезе (коэффициент опорности 0,93).

Обеспечение больных силиконовым ортезом не только улучшает распределение нагрузки на конечности, но и увеличивает устойчивость стояния пациентов. Это подтверждает уменьшение амплитуды колебания ОЦД при стоянии больных в ортезе, по сравнению с этим показателем без него. При этом колебание заметно уменьшается как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях.

Патология нижней конечности приводит к значительным нарушениям не только статики, но и негативно влияет на передвижение больного. При этом претерпевают изменения все характеристики ходьбы: пространственные, временные и динамические, что проявляется в прихрамывании, неуверенности при ходьбе, выбрасывании конечности в сторону, шлепанию стопой.

Результаты сравнительных электроподографических и динамических исследований ходьбы больных с патологией «падающая стопа» в силиконовых ортезах и без них приведены в табл. 3.

По этим данным, основной интегральный показатель качества ходьбы — коэффициент ритмичности, увеличивается при ходьбе больных в ортезах по сравнению с ходьбой без них. Это свидетельствует о большей синхронизации опорного и переносного периодов при ходьбе в силиконовом ортезе, что проявляется в отсутствии прихрамывания и большей уверенностью в ходьбе. Пациенты отмечали, что при ходьбе в силиконовом ортезе они перестали думать о необходимости поднимать носок стопы в фазе переноса. Явное положительное воздействие силиконового ортеза связано с появлением переката как через пятку, так и передний отдел стопы пораженной конечности. Если при ходьбе без ортеза этот показатель имеет нулевое значение, т. е. перекал отсутствует, то при использовании ортеза показатель переката приближается к характерным для здоровой конечности значениям (табл. 3).

Результаты исследования опорных реакций ходьбы (табл. 3) отображают увеличение переднего и заднего толчка ортезированной конечности по сравнению с аналогичными показателями при ходьбе без ортезов. Эти изменения говорят об

**Таблица 3.** Результаты сравнительных электроподографических и динамических исследований ходьбы больных в ортезах и без них

| Пациент |                      | Поврежденная конечность | Коэффициент ритмичности | Скорость ходьбы, км/час | Длина двойного шага, м | Передний толчок, % от общего веса |                   | Задний толчок, % от общего веса |                   | Перекал через пятку, % |                   | Перекал через передний отдел стопы, % |                   |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
|         |                      |                         |                         |                         |                        | Левая конечность                  | Правая конечность | Левая конечность                | Правая конечность | Левая конечность       | Правая конечность | Левая конечность                      | Правая конечность |
| Ч.      | без ортеза           | правая                  | 0,68                    | 2,35                    | 0,65                   | 103,01                            | 96,83             | 108,29                          | 96,76             | 34,6                   | 0                 | 21,1                                  | 0                 |
|         | в ортезе             |                         | 0,89                    | 2,62                    | 0,72                   | 108,62                            | 98,13             | 109,30                          | 97,20             | 30,4                   | 42,4              | 19,4                                  | 1,9               |
| П.      | без ортеза           | левая                   | 0,73                    | 1,18                    | 0,58                   | 89,12                             | 94,17             | 81,08                           | 98,31             | -4,1                   | 12,4              | 12,2                                  | 13,9              |
|         | в ортезе             |                         | 0,75                    | 1,20                    | 0,61                   | 89,13                             | 95,86             | 83,43                           | 99,52             | 0,9                    | 12,4              | 26,6                                  | 12,7              |
| П-й     | без ортеза           | левая                   | 0,49                    | 3,35                    | 1,14                   | 90,18                             | 110,10            | 80,69                           | 101,49            | 12,9                   | 5,7               | 0                                     | 16,2              |
|         | в ортезе             |                         | 0,71                    | 3,42                    | 1,20                   | 99,36                             | 114,86            | 97,05                           | 104,50            | 19,5                   | 12,9              | 1,0                                   | 13,9              |
| Г.      | без ортеза           | правая                  | 0,69                    | 2,20                    | 1,09                   | 91,86                             | 94,46             | 86,22                           | 95,80             | 27,5                   | 0                 | 31,4                                  | 0                 |
|         | в силиконовом ортезе |                         | 0,70                    | 2,32                    | 1,14                   | 101,00                            | 98,33             | 88,80                           | 100,07            | 26,0                   | 19,6              | 25,6                                  | 23,2              |
|         | в жестком ортезе     |                         | 0,71                    | 2,24                    | 1,12                   | 97,11                             | 95,72             | 87,34                           | 97,90             | 19,7                   | 32,2              | 23,3                                  | 9,0               |

улучшении опорной и толчковой функций нижних конечностей при использовании больными силиконовых ортезов. При ходьбе в ортезе походка становится увереннее, о чем свидетельствует положительная динамика показателей пространственных характеристик, таких как скорость ходьбы и длина двойного шага. Необходимо отметить, что результаты биомеханических исследований пациента Г. (двустороннее поражение нижних конечностей) при сравнении опорных характеристик в силиконовом и жестком ортезах не выявили преимуществ первого: коэффициент опорности, смещение ОЦД и ротация центров давления (табл. 2) свидетельствуют о большей устойчивости пациента в жестком ортезе. Однако динамические характеристики (передний и задний толчок, скорость ходьбы, длина двойного шага) при использовании силиконового ортеза, по сравнению с жестким, несколько выше ( $\approx 5\%$ ).

По субъективной оценке пациентов при использовании силиконового ортеза значительно облегчается перемещение по пересеченной местности, спуск и подъем по ступеням, снижаются затрачиваемые при ходьбе усилия, походка становится ритмичнее, без прихрамывания. Пациент Г., который имел предыдущий опыт эксплуатации жест-

кого ортеза, отдал предпочтение силиконовому, объяснив это удобством при носке, возможностью управлять автомобилем и отсутствием дискомфорта от давления на ткани конечности, что характерно для жесткого ортеза.

## Выводы

Современные силиконовые ортезы для пациентов при отвисающей стопе позволяют улучшить функцию нижней конечности, о чем свидетельствуют биомеханические показатели статики, в частности, опороспособность и устойчивость при стоянии, а также улучшенные временные и динамические параметры ходьбы.

## Список литературы

1. Ковалько М. Т. Оцінка результатів протезування і ортезування: методичні рекомендації / М. Т. Ковалько, Л. К. Роман, І. М. Василенко. — Х.: УкрНИИ протезирования, 2009. — 91 с.
2. Del Bianco J. Comparison of silicone ankle-foot orthoses and posterior leaf spring ankle foot orthoses using gait analysis in a subject with Charcot-Marie-Tooth disorder / J. Del Bianco, S. Fatone // JPO. — 2008. — Vol. 20, № 4. — P. 155–162.
3. Hughes M. The Silicone Ankle Foot Orthosis (SAFO), a New Generation in Orthotics / M. Hughes // Paper presented at the American Academy of Orthotics and Prosthetics Annual Meeting Chicago. — March 1–4. — 2006.